

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-218429

(43)Date of publication of application : 10.08.2001

(51)Int.CI.

H02K 15/02  
H02K 1/18

(21)Application number : 2000-030212

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 02.02.2000

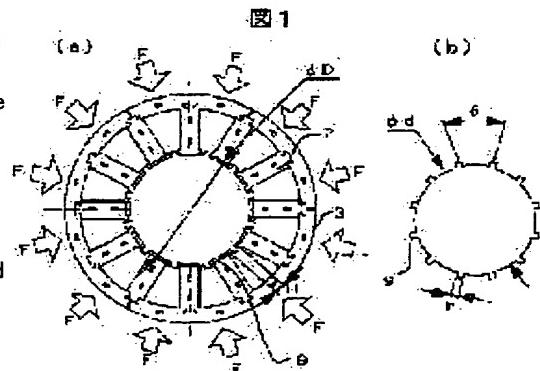
(72)Inventor : ENOMOTO YUJI  
TANEDA KOKI  
YAMAMOTO NORIAKI  
ISHIGAMI TAKASHI  
OHARA KOICHIRO  
KOIZUMI OSAMU

## (54) MOTOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a motor having small torque pulse such as cogging torque or the like by satisfying a mechanical strength and enhancing energy conversion efficiency to a limit in a stator structure divided into a plurality from a yoke of a stator core.

**SOLUTION:** In the motor, a structure in which the yoke of the stator core is divided is provided. A stress is radially equivalently applied to an outer periphery of the stator core after the divided yoke cores are assembled to correct the core dimensional accuracy after assembling. Then, the core is fixed to obtain the stator core while assuring the state. First, to assure a radial roundness, when assembled, a protrusion of a teeth is suppressed under the guidance of an inner diameter size, and with the slot open of the end of the teeth as a guide, a mold for restricting the angular pitch of the teeth is used. The divided structure of the core is obtained by circumferentially dividing the yoke of the core into a plurality to a structure for reducing the circumference when a stress is operated at the radial side. As a method for applying the stress, and pressure is equivalently applied to the inner periphery from the outer periphery of the core by a method for shrink fitting a housing and molding the outer periphery of the stator.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.02.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.02.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2005-04622

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 17.03.2005

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-218429

(P2001-218429A)

(43)公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl.  
H 02 K 15/02  
1/18

識別記号

F I  
H 02 K 15/02  
1/18

テーマコード(参考)  
D 5 H 0 0 2  
C 5 H 6 1 5

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-30212(P2000-30212)

(22)出願日 平成12年2月2日 (2000.2.2)

(71)出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(72)発明者 横本 裕治  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内  
(72)発明者 種田 幸記  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内  
(74)代理人 100075096  
弁理士 作田 康夫

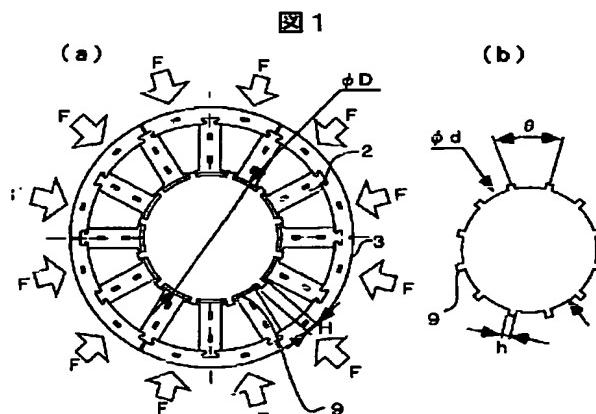
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電動機

(57)【要約】

【課題】固定子コアのヨーク部分を複数に分割する固定子構造において、機械的強度を満足し、エネルギー変換効率を極限まで高め、かつ、コギングトルク等のトルク脈動の少ない電動機を提供することにある。

【解決手段】固定子コアのヨーク部を分割する構造を有し、その分割されたヨーク部コアに組立後に固定子コア外周部に内径方向に均等に応力を加えることによって、組立後のコア寸法精度の矯正を行い、その状態を確保したまま、コアを固定してステータコアを得る方法である。まず、目的である内径真円度の確保については、組立時に、内径寸法をガイドしてティースの突出を抑制し、かつ、ティース先端部のスロットオープンをガイドにしてティースの角度ピッチを拘束する金型を使用する。また、コアの分割構造は、コアのヨーク部を円周方向に複数分割し、円周方向から、内径側に応力が働いたときに、円周が小さくなるような構造とし、応力をかける方法は、ハウジングの焼嵌め、固定子の外周部モールドなどの方法により、コア外周部から、内周方向へ均等に圧力をかける構造とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】モータの固定子コアのヨーク部分が円周方向に複数に分割される構造をもつ固定子コアにおいて、固定子コアの組立て後に固定子コアの内径精度または外転型モータの場合は外径精度、及びティース間のピッチを均等に保つ金型をコアのティース先端部に設置した状態で、コア外周または内周部から周方向に均等に外周または内周方向に向かう方向に応力を加え、組立られた回転機の固定子コア。

【請求項2】モータの固定子コアのヨーク部分が円周方向に複数に分割される構造をもつ固定子コアにおいて、固定子コアの組立て後に固定子コアの内径または外径精度、及びティース間のピッチを均等に保つ金型をコアのティース先端部に設置した状態で、円筒状のハウジングを焼嵌めまたは冷やし嵌めにより組立られた回転機の固定子コア。

【請求項3】モータの固定子コアのヨーク部分が円周方向に複数に分割される構造をもつ固定子コアにおいて、固定子コアを組立て後の固定子コアの内径または外径精度、及びティース間のピッチを均等に保つ金型をコアティース先端部に設置した状態で、金型内で樹脂射出成形、および樹脂注型によって固定子コア外周部に均等に樹脂注入圧力がかかる構造により樹脂成形された回転機の固定子コア。

【請求項4】モータの固定子コアのヨーク部分が円周方向に複数に分割される構造をもつ固定子コアにおいて、固定子コアを組立て後の固定子コアの内径または外径精度、及びティース間のピッチを均等に保つ金型をコア内径部に設置した状態で、固定子コアの外周部または内周部から、それぞれ内周または外周方向に向かう方向に均等に力をかけ、その状態でコアの分割部を溶接により接合し、応力を除去したのちもその形状を保つ構造を特徴とした回転機の固定子コア。

【請求項5】固定子コアのティース先端部に固定子コアの内径、または外径精度、及びティース間のピッチを均等に保つ金型をコア内径部に配置するため、ティース間のオープニング部を平行又はテーパ形状にすることを特徴とする回転機の固定子コア。

【請求項6】固定子コアのティース先端部に固定子コアの内径または外径精度、及びティース間のピッチを均等に保つ金型をコア内径部に配置するため、ティース先端部に位置決め用の凸部又は凹部を有する構造とすることを特徴とする回転機の固定子コア。

【請求項7】内転形モータ固定子コアの内径、または外転形においては外径の真円度を0.03mm以下にし、かつコギングトルクをモータ定格の0.3%以下に抑えたことを特徴とする電動機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インダクションモ

ータ、シンクロナスマータ、磁石モータ等、固定子と回転子で構成される電動機の固定子コア構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】上記電動機の固定子コアの分割構造に関する従来技術としては、特開平2-211027号公報、特開平7-322574号公報(従来技術1)、特開平8-182229号公報(従来技術2)、および特開平6-105487号公報(従来技術3)が知られている。

【0003】従来技術1に代表される固定子コア構造は、図2(a)に示すようにヨーク部とティース部を分割し、組立てることによって固定子を得る構造を持つ。この構造は、ティース部がそれぞれ先端で連結されていることにより、コイル組立を容易にし、固定子コア組立後の機械的強度を得る手段として使用されている。

【0004】また、従来技術2は、図2(b)に示すようにヨーク部とティース部を分割することは従来技術1と同様に分割し、ティース部を先端でつなぐことなく独立にヨーク部に組立てられる構造が記載されている。

【0005】また、従来技術3には、図2(c)に示すように固定子の1極分のヨーク部とティース部を持つピースを円周上に固定子の極数分を配置することにより固定子コアを得る手段が記載されている。これによって、コイル巻線作業を容易にすることが可能となる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術1においては、ティース部とヨーク部の組立を行う時に、ティース部とヨーク部の嵌合部がティース本数分を同時に位置決めされ、挿入組立を行う必要がある。しかも、この嵌合部のはめあい公差はモータとしての磁気的特性を劣化させたくないことから非常に小さい隙間でのはめあいとなっている場合が多いため、組立が非常に困難となっている。また、複数箇所を拘束する構造のため、また、ティース先端部の橋絡部の幅はモータの磁気特性の関係からティースピッチの0.1~0.5%等のように小さく設定されることが一般的のため、組立後のコア内にかかる応力は、コア内で機械的強度が一番弱部分、すなわちティース先端部の内径寸法を変化させることになり、モータの内径真円度などの精度が確保できないという問題がある。

【0007】また、従来技術2、3のように隣り合うティースが結合されていない場合には、ティース先端部でわたる磁束を少なくしたいため、先端部を細くする必要があり、その開口幅には、電気エネルギーを回転トルクに変換するときの効率が最も良い最適値が存在する。上記従来技術2、3はその最適値を達成することができるが、それぞれの分割されたピースが独立に組立てられるため、内径の寸法精度の向上や、機械的強度を得ることが困難である。従来技術2、3では個々のピースのプレス打抜き金型の摩耗等により寸法がばらつく事で組立後

の寸法精度は悪化する。この内径の寸法精度の悪化によって、回転子の磁束密度の変化が大きく現れることになり、コギングトルクなどのトルク脈動を大きくして不安定な回転機となるといった問題もある。

【0008】本発明の目的は、上記課題を解決すべく、機械的強度を満足し、コアの内径真円度などの精度が確保され、トルク脈動の少ない電動機を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、固定子コアのヨーク部を分割する構造を有し、その分割されたヨーク部コアに組立後に固定子コア外周部に内径方向に均等に応力を加えることによって、組立後のコア寸法精度の矯正を行い、その状態を確保したまま、コアを固定してステータコアを得る方法である。まず、目的である内径真円度の確保については、組立時に、内径寸法をガイドしてティースの突出を抑制し、かつ、ティース先端部のスロットオーブンをガイドにしてティースの角度ピッチを拘束する金型を使用する。また、モータの固定子の精度を保持したまま固定する構造には種々の方法があるが、基本的には固定子コアの外周部から内径方向に均等圧力がかけられる方法をあわせて採用する。具体的には、コアの分割構造は、コアのヨーク部を円周方向に複数分割し、円周方向から、内径側に応力が働いたときに、円周が小さくなるような構造とし、応力をかける方法は、ハウジングの焼嵌め、固定子の外周部モールドなどの方法により、コア外周部から、内周方向へ均等に圧力をかける。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】本発明に係る電動機の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0011】図1には、本発明に係る電動機の一実施の形態である基本的な固定子コア構造を示す。円筒状のヨーク部分（以下ヨーク部と称する）2を円周方向複数に分割する構造を持つ固定子コア1のティース先端部31を隣り合うティース先端部が設計寸法精度を保つような金型を使用し、ティース間隔のばらつき、ティース先端の内径への突出などの精度悪化がおこらないよう拘束する。その金型の構造を図3に示す。この金型の径は固定子コア内径に対して、すきま嵌め公差の外径を有し、ティース間のスロットオーブン部幅を等ピッチで拘束する構造を持つ。その拘束した状態を保ったまま、固定子コアの外周方向から内周方向に均等に応力をかけてコアを固定する。

【0012】固定方法のひとつであるハウジングの焼嵌め固定を図3に示す。固定子コアの外径よりも小さい内径を持つ円筒のハウジングの温度を固定子コアの温度より高くすることで、ハウジングの内径は熱膨張して固定子コアの外径より大きくなる。この状態で、固定子コアの外径にハウジングをはめ込むことによって、ハウジン

グの熱は固定子コアによって冷却され、収縮する。これによって、ハウジングが元の内径に戻ろうとする応力によって固定子コアの外周から、内周部に向かう方向に均等に応力がかかることになる。この固定子コアの外周部にかかる内径方向への応力によって固定子コアの分割されたヨーク部の円周を縮めるよう、すなわち、分割ギャップを無くすよう締め込む構造をとる。この構造で均等に締められたコアは、ハウジングの内径がもともと固定子コアの外径よりも小さいことから、内径に向かう方向に応力を受ける。分割された固定子コアも内径側に向かう方向に応力を受けることから、固定子コアの内径、すなわちティース先端部の内径部も小さくなろうとする。しかし、その内径部分を前述の拘束金型で拘束するため、応力を受ける部分はコアの一一番機械的強度の弱い部分、すなわち、分割された合せ面に応力は集中し、その部分が塑性変形することで応力のバランスをとる。これは、コア分割部を外周からの応力によって機械的にかじめを施す構造となる。このときのコア状態は、分割部隙間を極小にしながら、その締付応力による内径部の変形が無く、内径の真円を保つ。

【0013】また、他の固定方法であるモールド固定方法を図4に示す。この方法もハウジング固定と同様に、コア組立後のコア外周部を均等圧力によって締付け固定する方法である。ティース先端部が設計寸法精度を保つような金型を使用し、ティース間隔のばらつき、ティース先端を、内径への突出などの精度悪化がおこらないよう拘束する型を内径部に使用し、樹脂を注入する。この時の樹脂注入圧力を最適にすることにより、ハウジング締付けの場合と同じ効果を得る。ハウジング締付け固定時の締付け圧力は、ハウジング材質と固定子コア材質の許容応力の関係と締めしろによって決まり、前述したモータのコア固定への適用では約7MPa程度である。よって、この場合と同じ樹脂注入力7MPaとすることによりコア締付け固定は同じ効果を得ることができる。このとき、内径側に樹脂注入を行うと、内径からも樹脂注入圧力がかかり、外径側からの圧力とつりあって、締付けされなくなるため、内径側への樹脂注入を行わない製品構造とすることが必要である。

【0014】また、その他の締付け方法として、機械的機構により締付ける方法がある。その方法を図5に示す。前述したハウジングやモールドの場合と同圧力をコレットチャック状締付け治具21と加圧ブロック20により、固定子コア外周部に均等に与え、その状態を保ったまま、コアの分割部をレーザ溶接ヘッド15により、溶接手段を用いて接合する。接合した後、コレットチャック状締付け治具21と加圧ブロック20により、圧力を解除し、固定子コアを得る。この場合にも、外周からの圧力を内径の精度悪化に影響しないように内周をガイドする拘束型9を使用する。

【0015】図6には機械的構造で締め付けする具体的

な方法を示す。ベースブロック25に直線案内機構であるガイドレール24を固定する。ガイドレール24の可動ブロックには固定子コアの外周部を締付けするようなプロックを有し、油圧、または空圧のシリングダ23によってガイドレールの可動ブロックを押出すことにより固定子コアの外周を均等に締付けする応力を得る。

【0016】内径部を拘束する型の形状は、円筒状の部材に突起、及び溝を設けた形状を有し、ティースコアが円周方向に等ピッチで配置されるように拘束するものである。その拘束例を図7に示す。(a)図はティース間のスロットオープニングを拘束する形状を示す。スロットオープニングを拘束することで、ティースの円周方向への傾きを防止することができる。(b)図はティース先端部に溝を有し、その溝に拘束する型を一致させることでティースコアが円周方向に等ピッチで配置されるように拘束する。(c)図はティース先端部が突起を有する場合の拘束型の形状を示す。ティース先端の突起に合わせた溝を有する型にてティースコアが円周方向に等ピッチで配置されるように拘束する。いずれの場合においても、基本的な固定子コアの内径を精度良く拘束するために、固定子コア内径に対して拘束型の外径は、はめあい公差程度のクリアランスである必要がある。

【0017】図8に外転型回転機の固定子コア構造に本発明の拘束型を適用した例を示す。外転型回転機の固定子コアのティース部コアは外周部にスロットオープンを持つ。この外周部を等ピッチ角度で拘束する型31を配置した状態で、内周部に圧入、または冷やし嵌め、テーパ軸挿入などの方法により、内周部を押し広げる組立方法をとる。(a)図に示す方法は、圧入方法により内周部を広げる方法である。

【0018】もともとの固定子コア内径よりも圧入公差で大きい径を持つ軸30を圧入することによって、コア内周部の径が広げられて、ティースとの嵌合部に応力集中し、結合させる方法である。(b)図は、冷やし嵌めによる方法である。挿入する軸に圧入公差以上の径が大きい物を使用し、常温よりも冷やすことにより収縮させて径を小さくし、挿入して軸が常温にもどるともとの径にもどろうとする力でコア内周部の径が広げられて、ティースとの嵌合部に応力集中し、結合させる方法である。この方法は、圧入よりも大きな結合力が期待できる。(c)図は、テーパー軸を挿入して内側から、外へ押し広げる力を与える構造である。軸方向に挿入する力をテーパ角を利用して、法線方向に力を与える方法ある。このように、外転型構造の回転機の固定子コアにも適用可能である。

【0019】以上 の方法を用いて組立された固定子コアは内径真円度が向上できることから、モータのコギングトルクを低減することができる。図9に示すコギングト

ルクと内径真円度の関係を調査した結果から、内径真円度を0.03mm以下にすることによりコギングトルクを0.3%以下と非常に小さくできることがわかる。一般にプレスによってコアを打抜きする場合でも内径の真円度を向上することは困難であり、金型加工精度によってコアの真円度は0.05mm以上となる。また、プレスの金型は一般的に打抜きによって摩耗するため0.03mm程度の摩耗分も内径真円度に影響を及ぼし、通常φ40mm～φ100mm程度のコア径の内径真円度は0.1mm程度であるのが現状である。本実施例の組立方法により、内径真円度を0.03mm以下にして、コギングトルク0.3%（モータ定格に対する比率）を実現できる。

#### 【0020】

【発明の効果】本発明によれば、内径真円度等の精度が向上でき、コギングトルクの非常に小さくトルク脈動の小さく、制御性の良い電動機を得ることが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電動機の一実施の形態である固定子コアの外周から締付ける構造および、内径の拘束型構造を示す断面図である。

【図2】本発明に関連する公知の実施の形態を示す図である。

【図3】本発明の外周からの均一締付け力をハウジングなどの円筒物を固定子に焼嵌めすることで締付け力を得る構造を示す斜視図及び断面図である。

【図4】本発明の外周からの均一締付け力を固定子コア外周に樹脂を射出成形することにより得る方法を示す金型構造の断面図である。

【図5】本発明の外周からの均一締付け力を機械的機構により締付け力を得、その状態でレーザなどの溶接をコア外周部に施す構造を示す断面図である。

【図6】本発明の外周からの均一締付け力を機械的構造により得るための具体的方法を示す断面図である。

【図7】本発明の内径拘束型の構造を示す断面図である。

【図8】本発明の拘束型を外転型モータ固定子に適用した構造を示す断面図および、斜視図である。

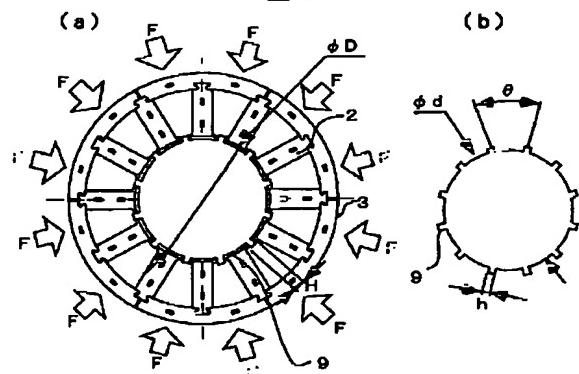
【図9】固定子コアの内径真円度とコギングトルクの関係を示すグラフである。

#### 【符号の説明】

1…固定子コア、 2…ヨーク部コア、 3…ティース部コア、 4…シャフト、 5…マグネット、 8…ハウジング、 9…内径部拘束型、 10…樹脂成形金型、 11…エンドブラケット、 12…樹脂、 15…レーザ溶接ヘッド、 20…加圧ブロック、 21…コレットチャック状締付け治具、 23…加圧用シリングダ、 24…ガイドレール、 25…ベースブロック、 30…圧入駒、 31…外周拘束型

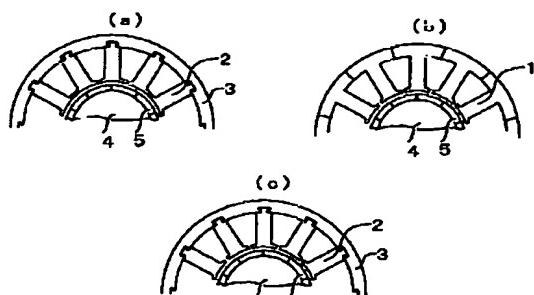
【図1】

図1



【図2】

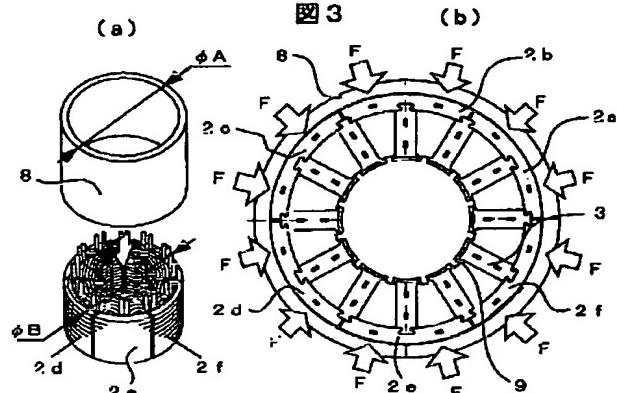
図2



【図4】

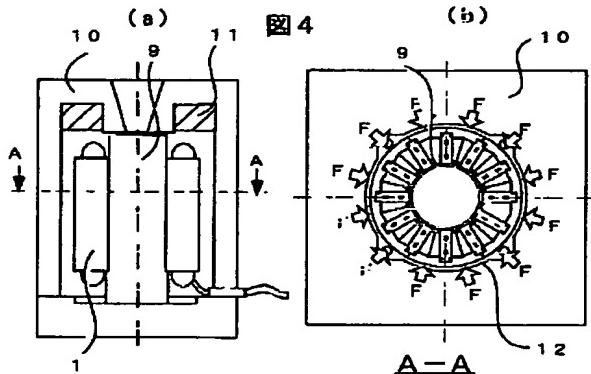
【図3】

図3



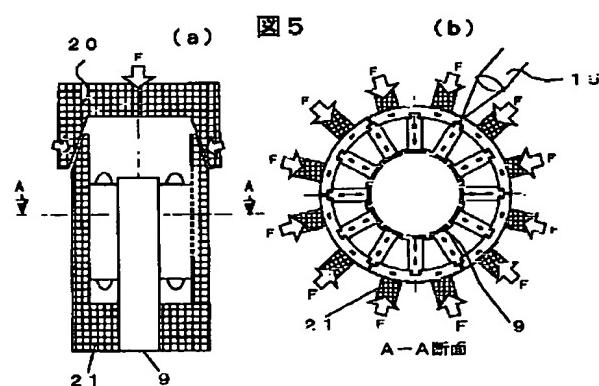
【図4】

図4



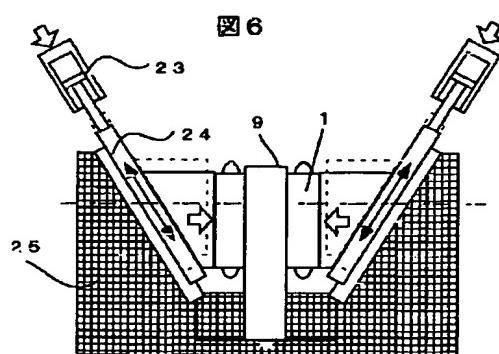
【図5】

図5



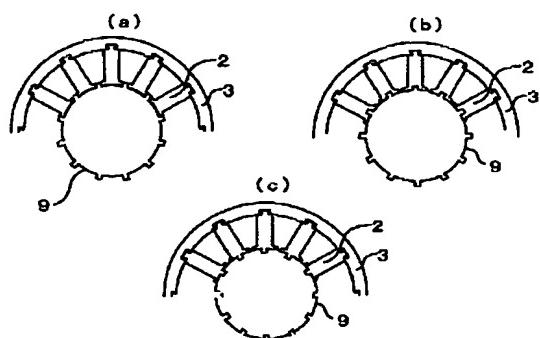
【図6】

図6



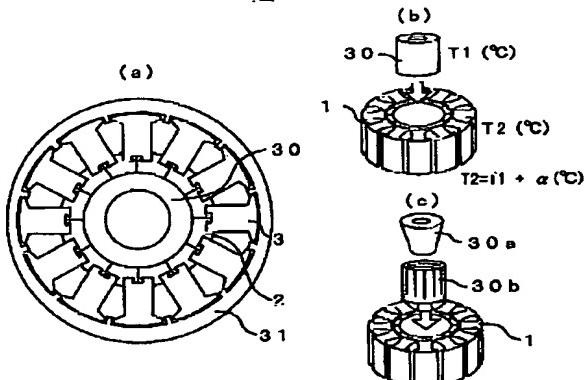
【図7】

図7



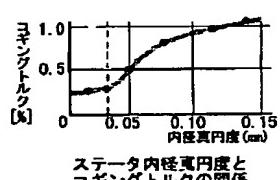
【図8】

図8



【図9】

図9



ステータ内径真円度と  
ヨンダルクの関係

フロントページの続き

(72) 発明者 山本 典明

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 石上 孝

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 大原 光一郎

千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号  
株式会社日立製作所産業機器グループ内

(72) 発明者 小泉 修

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株  
式会社日立製作所自動車機器グループ内  
F ターム(参考) 5H002 AA08 AA09 AB01 AB04 AB06  
AC02 AC07 AC10

5H615 AA01 BB01 BB14 PP01 PP07  
PP10 PP28 SS13 SS15 SS16  
SS19 SS44 TT26